



Translation

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference KA/nw01090WO	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP2003/009886	International filing date (day/month/year) 05 September 2003 (05.09.2003)	Priority date (day/month/year) 05 September 2002 (05.09.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC B61L 23/00, B60R 16/02, B61K 9/12		
Applicant BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.
- ☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 9 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 31 January 2004 (31.01.2004)	Date of completion of this report 16 December 2004 (16.12.2004)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP2003/009886

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____, 1, 5-7 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, 2, 2a, 2b, 3, 4 _____, filed with the letter of 24 November 2004 (24.11.2004)
- ☒ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, 1-14 _____, filed with the letter of 24 November 2004 (24.11.2004)
- ☒ the drawings:
pages _____, 1/2-2/2 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/ or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 03/09886

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims		YES
	Claims	1-14	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-14	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. The following documents are cited in the search report:

D1: DE10062606 A (2002-06-13)

D2: DE10012133 A (2001-09-27)

D3: US2002/077733 A1 (2002-06-20)

D4: DE10020521 A (2001-10-31)

2. The present application does not meet the requirements of PCT Article 33(1) because the subject matter of claim 1 is not novel within the meaning of PCT Article 33(2).

- 2.1 D1 describes a process (figures 1 and 2) for monitoring the state of the running gear of vehicles (column 1, lines 3-6), wherein physical variables are measured on the running gear by sensors 2 (column 3, lines 7-21 and 40-48) (to measure high-speed characteristics, motors are mounted on the running gear), the measured variables are compared (comparison operation 8) with model-based values (column 3, lines 13-25) by means of a processing unit (implicitly a computer), wherein the model-based variables are determined from specific

variables, classification according to cause is then performed on the basis of the comparison by means of a processing unit (column 3, line 59 to column 4, line 46) and an evaluation is made following the classification (column 4, lines 47-56), wherein a model (column 4, lines 21-38) that comprises the vehicle continuously identifies the vehicle's parameters (understood here to mean "physical variables") (column 4, lines 21-24), by means of which (and, consequently, "of the model") a simulation-based forecast of vehicle drivability is generated (see, for example, trend analysis; column 4, lines 33-46).

Since D1 discloses all the features of claim 1, the subject matter of this claim is not novel.

- 2.2 If this subject matter were interpreted in such a way that the parameters or physical variables were not merely identified, but used in the model for the purpose of simulation-based forecasting, in particular for calculating anticipated vehicle drivability, this subject matter would be novel. However, such a procedure is known from D3 (see "derailment modeler", paragraphs 23 and 65) and D2 (page 2, lines 42-46, and page 3, lines 9-14) and its introduction into D1 would be an obvious step for a person skilled in the art. Even if so interpreted, this subject matter would not involve an inventive step.

3. Dependent claims 2-8 do not contain any features which, in combination with the features of any claim to which they refer back, meet the PCT requirements for novelty:

D1 (as does, in part, D2) likewise discloses:

- measurement of velocity (claim 2);
- an ageing model as per claim 3 (column 4, lines 15-56);
- a correlation function as per claim 4 (step 24);
- claim 5 (a computer) is obvious;
- classification of causes according to whether they are internal to the vehicle or external as per claim 6 is described in column 3, line 54 to column 4, line 2;
- for claim 7, see column 4, lines 3-20; and
- for claim 8, see column 3, lines 13-18.

4. The present application does not meet the requirements of PCT Article 33(1) because the subject matter of claim 9 is not novel within the meaning of PCT Article 33(2) (see the arguments expressed in 2. above).

5. Dependent claims 10-14 do not contain any features which, in combination with the features of any claim to which they refer back, meet the PCT requirements for novelty and inventive step. D1 (as does, in part, D2) likewise discloses:

- for claim 10, which corresponds to claim 3 as originally filed, see 3. above;
- the features of claims 11 (data line system) and 14 (signalling device and/or data transmitting device) are obvious; and
- for claims 12 and 13: D1 indicates at least a direction or an engine speed sensor on the drive motor.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 03/09886

6. Contrary to PCT Rule 6.3(b)(i), the features known from D1 have not been placed in the preamble of the independent claims in accordance with the two-part form.

Rec'd PCT/EP 04 MAR 2005
REC'D 20 DEC 2004
WIPO PCT

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM
GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT
(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts KA/hw 010910WO	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/09886	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 05.09.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 05.09.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK B61L23/00		
Anmelder BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH ET AL.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser **BERICHT** umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht **ANLAGEN** bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 9 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

I ☒ Grundlage des Bescheids

II ☐ Priorität

III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit

IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen

VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 31.01.2004	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 16.12.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde <div style="display: flex; align-items: center;"> <div> Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465 </div> </div>	Bevollmächtigter Bediensteter Fuchs, A Tel. +49 89 2399-2987



I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

Beschreibung, Seiten

1, 5-7 in der ursprünglich eingereichten Fassung
2, 2a, 2b, 3, 4 eingegangen am 26.11.2004 mit Schreiben vom 24.11.2004

Ansprüche, Nr.

1-14 eingegangen am 26.11.2004 mit Schreiben vom 24.11.2004

Zeichnungen, Blätter

1/2-2/2 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen **PCT/EP 03/09886**

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Feststellung | |
| Neuheit (N) | Ja: Ansprüche -
Nein: Ansprüche 1-14 |
| Erfinderische Tätigkeit (IS) | Ja: Ansprüche -
Nein: Ansprüche 1-14 |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-14
Nein: Ansprüche: - |

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

1. Folgende Dokumente sind in dem Recherchenbericht zitiert :

D1: DE10062606 A (2002-06-13)
D2: DE10012133 A (2001-09-27)
D3: US2002/077733 A1 (2002-06-20)
D4: DE10020521 A (2001-10-31)

2. Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Artikels 33(1) PCT nicht, weil der Gegenstand des Anspruchs 1 im Sinne von Artikel 33(2) PCT nicht neu ist.

- 2.1 Die D1 beschreibt ein Verfahren (Fig. 1 und 2) zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen (Spalte 1 Zeilen 3-6), wobei physikalische Größen am Fahrwerk (Für Hochgeschwindigkeitszüge, sind die Motoren am Fahrwerk montiert) mittels Sensoren 2 (Spalte 3 Zeilen 7-21 und letzter Teil des Satzes von Spalte 3 Zeilen 40-48), gemessen werden, die gemessenen Größen mit modellierten Größen (Spalte 3 Zeilen 13-25) mittels einer Verarbeitungseinheit (ein Computer ist implizit) verglichen werden (Vergleichsoperation 8), wobei die modellierten Größen aus spezifischen Größen ermittelt werden, aus dem Vergleich mittels einer Verarbeitungseinheit eine Klassifikation in Klassen von Ursachen erfolgt (Spalte 3 Zeile 59 bis Spalte 4 Zeile 46) und infolge der Klassifikation eine Auswertung stattfindet (Spalte 4 Zeilen 47-56), wobei ein Modell (Spalte 4 Zeilen 21-38) des Fahrzeuges umfaßt, das kontinuierlich die Parameter (hier werden die "physikalischen Größen" verstanden) des Fahrzeuges identifiziert (Spalte 4 Zeilen 21-24) und mittels dessen (somit "des Modells") eine simulatorische Prognose des Verhaltens des Fahrzeuges erstellt wird (siehe z.B. Trendanalyse; Spalte 4 Zeilen 33-46).

Sämtliche Merkmale des Anspruchs 1 sind in der D1 offenbart, sodaß diesem Gegenstand die Neuheit fehlt.

- 2.2 Würde dieser Gegenstand so ausgelegt werden, daß die Parameter, bzw. physikalischen Größen, nicht nur identifiziert, sondern in dem Modell dafür verwendet werden eine simulatorische Prognose, insbesondere eine Berechnung des voraussichtlichen Fahrverhaltens des Fahrzeuges, so wäre dieser Gegenstand neu. Eine derartige Vorgehensweise ist jedoch bereits aus den D3 (siehe "derailment modeler", Absatz 23 und 65) und D2 (Seite 2, Zeilen 42-46 und Seite 3, Zeilen 9-14) bekannt, und deren Einführung in die D1 wäre für den

Fachmann eine offensichtliche Maßnahme. Sogar in einer derartigen Auslegung würde diesem Gegenstand keine erfinderische Tätigkeit zu Grunde liegen.

3. Die abhängigen Ansprüche 2 bis 8 enthalten keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen irgendeines Anspruchs, auf den sie sich beziehen, die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit erfüllen:

Die D1 (und teilweise die D2) offenbart ebenfalls:

- eine Messung der Geschwindigkeit (Anspruch 2);
- ein Alterungsmodell gemäß Anspruch 3 (Spalte 4 Zeilen 15-56);
- eine Korrelation Funktion gemäß 4 (Stufe 24);
- Anspruch 5 (ein Computer) ist offensichtlich;
- eine Klassifikation zwischen fahrzeugeinterne oder externe Ursachen gemäß Anspruch 6 ist Spalte 3 Zeile 54 - Spalte 4 Zeile 2 beschrieben;
- für Anspruch 7 siehe Spalte 4 Zeilen 3-20; und
- für Anspruch 8 siehe Spalte 3 Zeilen 13-18.

4. Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Artikels 33(1) PCT nicht, weil der Gegenstand des Anspruchs 9 im Sinne von Artikel 33(2) PCT nicht neu ist (siehe Begründung in Punkt 2).

5. Die abhängigen Ansprüche 10 bis 14 enthalten keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen irgendeines Anspruchs, auf den sie sich beziehen, die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit, ggf erfinderische Tätigkeit, erfüllen. Die D1 (und teilweise die D2) offenbart ebenfalls:

- für Ansprüche 10, der dem Anspruch 3 entspricht, wird auf Punkt 3 verwiesen;
- die Merkmale der Ansprüche 11 (Daten Leitsystem) und 14 (Signalisierungseinrichtung und/oder Datenübertragungseinrichtung) sind offensichtlich; und
- für die Ansprüche 12 und 13 ist in der D1 zumindest ein Wegsensor, bzw. Drehzahlsensor, an dem Fahrmotor angegeben.

6. - Im Widerspruch mit Regel 6.3 b) i) PCT, sind die Merkmale, die aus der D1 bekannt sind, nicht in dem Oberbegriff der zweiteiligen Form der unabhängigen Ansprüchen zusammengefaßt.

Korrelation der Messungen an verschiedenen Stellen des Fahrwerks statt. Aus den Messwerten wird keine Vorhersage der Restlebensdauer abgeleitet.

~~Aufgabe der Erfindung ist es, die beschriebenen Nachteile des Standes der Technik zu be-~~
seitigen und insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Zustandsüberwachung
5 von Fahrwerken von Fahrzeugen vorzuschlagen, die ermöglichen, kontinuierlich den Zu-
stand der von Verschleiß oder Alterung betroffenen Komponenten eines Fahrwerks zu
überwachen und jederzeit eine zuverlässige Bewertung zu erlauben. Diese bildet die
Grundlage eines zustandsbezogenen Inspektions- und Instandhaltungsregimes. Dabei wird
großer Wert auf eine minimale Anzahl benötigter Sensoren pro Fahrwerk gelegt, um sowohl
10 die Investitionskosten des Überwachungssystems, wie auch dessen Betriebs- bzw. Lebens-
zykluskosten so niedrig wie möglich zu halten.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von
Fahrzeugen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Zu-
standsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen gemäß den Merkmalen des An-
15 spruchs 10 gelöst.

Erfindungsgemäß werden dabei physikalische Größen am Fahrwerk mittels Sensoren ge-
messen. Die gemessenen und gegebenenfalls aufbereiteten Größen werden dann mit mo-
dellierten Größen mittels einer ersten Verarbeitungseinheit verglichen, wobei die modellier-
ten Größen aus spezifischen Größen, beispielsweise unter Verwendung der gemessenen
20 Größen, ermittelt werden. Aus dem Vergleich erfolgt mittels einer Verarbeitungseinheit, bei-
spielsweise der ersten Verarbeitungseinheit, eine Klassifikation in Klassen von Ursachen für
eventuelle Abweichungen. Anschließend findet infolge der Klassifikation eine Auswertung
statt.

Hiermit ist es in einfacher Weise möglich, kontinuierlich den Zustand der von Verschleiß
25 oder Alterung betroffenen Komponenten eines Fahrwerks zu überwachen und jederzeit eine
zuverlässige Bewertung zu erlauben. Diese kann dann die Grundlage eines zustandsbezo-
genen Inspektions- und Instandhaltungsregimes bilden.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist der Einsatz einer minimalen Anzahl von Sensoren
pro Fahrwerk möglich, sodass sowohl die Investitionskosten des Überwachungssystems, als
30 auch dessen Betriebs- bzw. Lebenszykluskosten so niedrig wie möglich gehalten werden
können.

Aus der DE 100 62 006 A1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen bekannt, bei dem als physikalische Größen vorwiegend Spannungen und Ströme eines mit dem Fahrwerk verbundenen Antriebs oder allenfalls Drehzahlen am Antrieb oder damit verbundenen Komponenten gemessen werden. Diese Größen werden dann nach einer Vorselektion in bestimmte Schadenskategorien mittels statischer so genannter Defektmodelle weiter differenziert.

Aus der DE 100 20 521 A1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen bekannt, bei dem das Schwingungsverhalten beschreibende physikalische Größen am Fahrwerk gemessen und durch Vergleich mit gespeicherten statische Referenzwerten analysiert und in Bezug zu etwaigen Fehlerquellen gesetzt werden.

Bei beiden Verfahren besteht das Problem, dass die zur Zustandsüberwachung auf statische Modelle für den durchzuführenden Vergleich zurückgreifen. Dies bedingt, dass für eine Erfassung aller möglichen zu berücksichtigenden Zustandsvarianten ein entsprechendes Referenzmuster abgelegt sein muss, wodurch sich der Aufwand für die Zustandsüberwachung erhöht.

Aus der DE 100 12 133 A1 ist ein Verfahren zur Überwachung einer Winkelstelleneinrichtung in einem Fahrzeug bekannt. Dabei wird aus ermittelten fahrdynamischen Größen und einer vorgegebenen Sollwinkelstellung anhand eines Modells eine Abschätzung des tatsächlichen Stellwinkels vorgenommen. Diese Abschätzung des tatsächlichen Stellwinkels wird mit einem tatsächlich erfassten Stellwinkel verglichen und hieraus ein Fehlersignal ermittelt. Welcher Art dieser Fehler ist, wird hierbei ebenso wenig erfasst, wie die Ursachen dieses Fehlers.

Aus der US 2002/0077733 A1 ist ein Verfahren, bei dem anhand ermittelter Größen und eines entsprechenden Modells das Verhalten eines Fahrzeugs vorhergesagt wird und aufgrund dieser Vorhersage gegebenenfalls Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Auch hier erfolgt keine Zustandsüberwachung des Fahrwerks im Hinblick auf mögliche Ursachen für einen bestimmten Zustand des Fahrwerks.

~~Korrelation der Messungen an verschiedenen Stellen des Fahrwerks statt. Aus den Mess-~~
~~werten wird keine Vorhersage der Restlebensdauer abgeleitet.~~

Aufgabe der Erfindung ist es, die beschriebenen Nachteile des Standes der Technik zu be-
seitigen und insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Zustandsüberwachung
5 von Fahrwerken von Fahrzeugen vorzuschlagen, die ermöglichen, kontinuierlich den Zu-
stand der von Verschleiß oder Alterung betroffenen Komponenten eines Fahrwerks zu
überwachen und jederzeit eine zuverlässige Bewertung zu erlauben. Diese bildet die
Grundlage eines zustandsbezogenen Inspektions- und Instandhaltungsregimes. Dabei wird
großer Wert auf eine minimale Anzahl benötigter Sensoren pro Fahrwerk gelegt, um sowohl
10 die Investitionskosten des Überwachungssystems, wie auch dessen Betriebs- bzw. Lebens-
zykluskosten so niedrig wie möglich zu halten.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von
Fahrzeugen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Zu-
standsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen gemäß den Merkmalen des An-
15 spruchs 17 gelöst.

Erfindungsgemäß werden dabei physikalische Größen am Fahrwerk mittels Sensoren ge-
messen. Die gemessenen und gegebenenfalls aufbereiteten Größen werden dann mit mo-
dellierten Größen mittels einer ersten Verarbeitungseinheit verglichen, wobei die modellier-
ten Größen aus spezifischen Größen, beispielsweise unter Verwendung der gemessenen
20 Größen, ermittelt werden. Aus dem Vergleich erfolgt mittels einer Verarbeitungseinheit, bei-
spielsweise der ersten Verarbeitungseinheit, eine Klassifikation in Klassen von Ursachen für
eventuelle Abweichungen. Anschließend findet infolge der Klassifikation eine Auswertung
statt.

Hiermit ist es in einfacher Weise möglich, kontinuierlich den Zustand der von Verschleiß
25 oder Alterung betroffenen Komponenten eines Fahrwerks zu überwachen und jederzeit eine
zuverlässige Bewertung zu erlauben. Diese kann dann die Grundlage eines zustandsbezo-
genen Inspektions- und Instandhaltungsregimes bilden.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist der Einsatz einer minimalen Anzahl von Sensoren
pro Fahrwerk möglich, sodass sowohl die Investitionskosten des Überwachungssystems, als
30 auch dessen Betriebs- bzw. Lebenszykluskosten so niedrig wie möglich gehalten werden
können.

Gegenüber dem Stand der Technik erlaubt die erfindungsgemäße Lösung aufgrund der Signale einer minimalen Anzahl von Sensoren eine umfassende Beurteilung des Zustands der verschiedenen Komponenten eines damit ausgerüsteten Fahrwerks eines Fahrzeugs, insbesondere Schienenfahrzeugs sowie eine Vorhersage der künftigen Entwicklung dieses Zustands. Damit wird eine zustandsbezogene Planung von Wartungsmaßnahmen ermöglicht, welche zahlreiche durch ein Wartungsregime mit festen Fristen bedingte überflüssige bzw. vorzeitig ergriffene Maßnahmen vermeidet.

Bei den physikalischen Größen kann es sich um beliebige geeignete Größen handeln, die einen Rückschluss auf den Zustand einer Fahrwerkskomponente erlauben. Bevorzugt werden als physikalische Größen Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und/oder Kräfte gemessen.

Erfindungsgemäß

Vorzugsweise umfasst die Verarbeitungseinheit ein Modell des Fahrzeugs, das kontinuierlich die Parameter des Fahrzeugs identifiziert und kontinuierlich eine simulatorische Prognose des Verhaltens des Fahrzeugs erstellt. ~~Zusätzlich oder alternativ~~ umfasst die Verarbeitungseinheit ein oder mehrere Schadensentwicklungs- bzw. Alterungsmodelle von Komponenten des Fahrzeugs, mit denen sie die Restlebensdauer bis zum Erreichen eines kritischen Zustands bzw. bis zu einer notwendigen Wartungsmaßnahme ermittelt bzw. aktualisiert.

Bevorzugt erfolgt der Vergleich der gemessenen Größen und der modellierten Größen, gegebenenfalls nach einer Aufbereitung, mittels einer Korrelation. Hierzu werden beispielsweise geeignete Korrelationsverfahren bzw. Korrelationsalgorithmen eingesetzt, mittels derer aus verschiedenen zu verarbeitenden Werten Informationen abgeleitet werden können.

Vorzugsweise erfolgt die Klassifikation mittels einer geeigneten elektronischen Verarbeitungseinheit, beispielsweise mittels eines Computers. Dabei kann bevorzugt eine Klassifikation erfolgen, ob es sich um eine fahrzeuginterne oder externe Ursache handelt. Weiterhin erfolgt vorzugsweise eine Klassifikation dahingehend, um welchen Ort der Ursache es sich fahrzeugintern handelt.

Die Ermittlung der modellierten Größen kann grundsätzlich in beliebiger geeigneter Weise erfolgen. So können beispielsweise entsprechende Tabellen vorgesehen, beispielsweise gespeichert, sein, über welche die modellierten Größen ermittelt werden können. Bevorzugt erfolgt jedoch eine Berechnung der modellierten Größen unter Verwendung entsprechender Berechnungsalgorithmen.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen, die sich insbesondere zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet. Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung einen oder mehrere Sensoren zur Messung von physikalischen Größen am Fahrwerk auf. Weiterhin umfasst sie eine Verarbeitungseinheit zur Berechnung modellierter Größen, eine Verarbeitungseinheit zum Vergleich der gemessenen und gegebenenfalls aufbereiteten Größen mit modellierten Größen, eine Verarbeitungseinheit zur Klassifikation als Ergebnis des Vergleichs und Mittel zur Auswertung. Dabei können getrennte Verarbeitungseinheiten vorgesehen sein. Es können aber auch sämtliche Funktionen von einer einzigen Verarbeitungseinheit zur Verfügung gestellt sein.

Mit dieser Vorrichtung lassen sich die oben beschriebenen Vorteile und Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens in demselben Maße erzielen, sodass hier lediglich auf die obigen Ausführungen Bezug genommen wird.

Erfindungsgemäß

Vorzugsweise umfasst die Verarbeitungseinheit das Modell des Fahrwerks, das kontinuierlich dessen Parameter identifiziert und mittels diesen kontinuierlich eine simulatorische Prognose des Verhaltens des Fahrwerks erstellt. Zusätzlich oder alternativ umfasst die Verarbeitungseinheit Schadensentwicklungs- bzw. Alterungsmodelle von Komponenten des Fahrwerks, mit denen die Restlebensdauer bis zum Erreichen eines kritischen Zustands bzw. bis zu einer notwendigen Wartungsmaßnahme ermittelt bzw. aktualisiert werden kann.

Bei weiteren bevorzugten Varianten der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass an der Verarbeitungseinheit ein Interface zu einem übergeordneten Leitsystem des Fahrzeugs angeschlossen ist, über das Daten zum aktuellen Fahrzustand, beispielsweise die Fahrgeschwindigkeit, an die Verarbeitungseinheit geliefert werden. Ebenso können Meldungen der Verarbeitungseinheit über das Interface an einen geeigneten Speicher übermittelt und dort gespeichert werden. Ebenso können solche Meldungen der Verarbeitungseinheit an den Fahrer bzw. Triebfahrzeugführer oder eine externe Leitstelle übermittelt werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Mittel zur Auswertung eine fahrzeuginterne Signalisierungseinrichtung und zusätzlich oder alternativ eine Signalisierungseinrichtung in einer mobilen oder stationären Leitstelle außerhalb des Fahrzeugs inklusive einer Datenübertragungseinrichtung vom Fahrzeug zur Leitstelle sind.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen bzw. der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels, welche auf die beigefügten Zeichnungen Bezug nimmt. Es zeigen

Neue Patentansprüche

1. Verfahren zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen, insbesondere Schienenfahrzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass

- physikalische Größen (3) am Fahrwerk mittels Sensoren (21, 22) gemessen werden,
- die gemessenen, gegebenenfalls aufbereiteten Größen (6), mit modellierten Größen (7) mittels einer Verarbeitungseinheit (24) verglichen werden, wobei die modellierten Größen aus spezifischen Größen ermittelt werden,
- aus dem Vergleich (8) mittels einer Verarbeitungseinheit (24) eine Klassifikation in Klassen von Ursachen erfolgt und
- infolge der Klassifikation eine Auswertung stattfindet,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Verarbeitungseinheit (24) ein Modell (1, 25) des Fahrzeugs umfasst, das kontinuierlich die Parameter des Fahrzeugs identifiziert und mittels dessen kontinuierlich eine simulatorische Prognose des Verhaltens des Fahrzeugs erstellt wird

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als physikalische Größen (3) Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und/oder Kräfte gemessen werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit (24) wenigstens ein Schadensentwicklungs- bzw. Alterungsmodell (9) von Komponenten des Fahrzeugs umfasst, mit dem die Restlebensdauer (10) bis zum Erreichen eines kritischen Zustands bzw. bis zu einer notwendigen Wartungsmaßnahme ermittelt und/oder aktualisiert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich (8) der gemessenen Größen (6) und der modellierten Größen (7), gegebenenfalls nach einer Aufbereitung, mittels einer Korrelation (2) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Klassifikation mittels einer elektronischen Verarbeitungseinheit (24), insbesondere mittels eines Computers erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Klassifikation erfolgt, ob es sich um eine fahrzeuginterne oder externe Ursache handelt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Klassifikation erfolgt, um welchen Ort der Ursache es sich fahrzeugintern handelt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Berechnung der modellierten Größen erfolgt.

9. Vorrichtung zur Zustandsüberwachung von Fahrwerken von Fahrzeugen, insbesondere zur Anwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit

- einem oder mehreren Sensoren (21, 22) zur Messung von physikalischen Größen am Fahrwerk,

- einer Verarbeitungseinheit (24) zur Berechnung modellierter Größen,

- einer Verarbeitungseinheit (24) zum Vergleich der gemessenen und gegebenenfalls aufbereiteten Größen mit modellierten Größen,

- einer Verarbeitungseinheit (24) zur Klassifikation in Klassen von Ursachen als Ergebnis des Vergleichs und

- Mitteln zur Auswertung,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Verarbeitungseinheit (24) ein Modell (1, 25) des Fahrzeugs umfasst, das kontinuierlich die Parameter des Fahrzeugs identifiziert und mittels dessen kontinuierlich eine simulatorische Prognose des Verhaltens des Fahrzeugs erstellt wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit (24) wenigstens ein Schadensentwicklungs- bzw. Alterungsmodell (11, 26) von Komponenten des Fahrwerks umfasst, mit dem die Restlebensdauer (12) bis zum Erreichen eines kritischen Zustands bzw. bis zu einer notwendigen Wartungsmaßnahme ermittelt und/oder aktualisiert wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass an der Verarbeitungseinheit (24) ein Interface zu einem übergeordneten Leitsystem (27) des Fahrzeugs angeschlossen ist, über das Daten zum aktuellen Fahrzustand (4), insbesondere die Fahrgeschwindigkeit, an die Verarbeitungseinheit geliefert bzw. Meldungen von diesem gespeichert (28) sowie an den Fahrer bzw. Triebfahrzeugführer (29) oder eine externe Leitstelle (30) übermittelt werden können.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Sensor (21, 22) ein Vibrationssensor, ein Beschleunigungssensor, ein Stoßsensor, ein akustischer Sensor, ein Schallsensor, ein Wirbelstromsensor, ein Magnetfeldsensor, ein Temperatursensor, ein Kraftsensor, ein Dehnungssensor, ein Wegsensor, ein Radar-Doppler-Sensor oder ein Ultraschallsensor ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Sensor (21, 22)

- an einem Radsatz, insbesondere an einem Rad, an einer Radsatzwelle oder an einem Radsatzlager,
- an einem Drehgestell- oder Fahrwerksrahmen,
- an einer Primärfederung, insbesondere an einer Feder, an einem Dämpfer oder an einer Radsatzführung,
- an einer Sekundärfederung, insbesondere an einer Feder, an einem Dämpfer, vorzugsweise an einem Schlingerdämpfer oder an einem Anschlagpuffer,
- an einer Zugkraftanlenkung,
- an einem Antrieb, insbesondere an einem Fahrmotor, an einem Getriebe, an einer Kupplung oder an einer Antriebsaufhängung,

oder

- an einer Bremse, insbesondere an einer Bremsscheibe, an einem Bremszylinder, an einem Bremsbelag, an einem Bremsklotz, an einem Bremsgestänge oder an einer Bremszange angeordnet ist.

- 5 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Auswertung eine fahrzeuginterne Signalisierungseinrichtung (29) und/oder eine Signalisierungseinrichtung in einer mobilen oder stationären Leitstelle außerhalb des Fahrzeugs inklusive einer Datenübertragungseinrichtung (30) vom Fahrzeug zur Leitstelle sind.